

王大志 编著

焊接技术与 焊接工艺 问答



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



焊接技术与焊接工艺问答

王大志 编著

机械工业出版社

本书是一部综合性的普及读物,以“问答”这一通俗易懂的表现形式,对焊接技术、焊接工艺及相关知识作了全面系统的论述,共有422个问答题。其内容包括:焊接材料、焊接工艺、焊接方法、焊接接头、焊接应力与应变、焊接电弧与焊接冶金、手工焊接操作技术、焊接相关电工知识、焊接技术装备、焊接质量检验、焊接与气割安全技术、焊工培训和资格认定等。

本书可供生产第一线的焊接工人、技师及相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

焊接技术与焊接工艺问答/王大志编著. —北京:机械工业出版社, 2006.12

ISBN 978-7-111-20598-2

I. 焊... II. 王... III. 焊接—问答 IV. TG4-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第155978号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘彩英 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2007年3月第1版第1次印刷

169mm×239mm·8.625印张·333千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-20598-2

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

焊接作为机械设备制造与维修不可缺少的基本工艺方法，广泛应用于船舶、汽车、火车、航空、航天、锅炉、电站、石油化工机械、起重机械、矿山机械、农业机械、建筑及国防等各个工业部门，就是在纺织机械、轻工机械、医疗器械、工业和家用电子电器等各个机械电子领域也离不开焊接这种工艺手段。据不完全统计，全世界年产量45%的钢和大量的有色金属（如铜、铝、钛等）以及部分非金属（塑料、陶瓷等），都是通过焊接加工成为构件而付诸使用的。我国2005年钢产量已经达到一亿吨，可见焊接工作量之巨。

早在一千多年前，我国已经掌握了铜钎焊和锻焊（俗称“熟火”）的连接金属的技术。这是“焊接”技术的最早应用，这种技术一直延续到今天，并得到发展。电弧焊接技术起源于19世纪80年代，20世纪20年代电力工业发展后得到迅速发展和提高。之后随着工业（包括军事工业）发展的需要，各种焊接方法和技术逐步发展和提高，促进了工业、农业、军事和科技的现代化、经济的发展和社会的进步。毋庸置疑，西方发达国家和俄罗斯等国家，都是焊接技术发展和应用的先进国家。

新中国成立后，随着我国工业化的进程，焊接技术得到了迅速发展，焊接技术和装备水平不断提高，焊接工艺不断创新，取得了长足的进步，为国家的经济和生产建设的发展作出了应有的贡献，为促进我国工业、农业、国防和科学技术现代化发挥了重要作用。

随着国民经济的不断发展以及参与国际竞争的需要，我国的焊接工作量、焊工数量及从事焊接技术管理的人员都在不断增加，对焊接质量和焊工理论及操作技术的要求也越来越高。据不完全统计，全国焊工1998年已达百万以上，每年还以1%~2%的速度增加。如此数量巨大的焊工群体，技术水平参差不齐，大部分具有一定的实际操作水平，但理论方面受过系统培训的不足20%。新增加的焊工除少数是技工学校毕业外，大多数都是从实际操作学起，跟着老焊工用不了多长时间就能掌握一般的手工电弧焊操作方法，通过干活使操作技术熟练，但理论方面的知识掌握得不多，遇到新材料或有较高技术要求的焊件往往不知从哪里下手，远远适应不了全球化市场经济对提升包括焊工在内的各种技术工人全面技术水平的需要，迫切地需要进行理论学习和实际操作方面的培训。另外，由于十多年来各大专院校的本科焊接专业大多被合并为通用的“材料”专业，从事现场焊接工作的专业技术人员培养的不够，很多企业中大多是材料专业，甚至是其

他专业的人员负责焊接技术工作，其焊接专业方面的理论知识是欠缺的。

为适应这种形势，满足广大焊工和焊接工作者学习理论知识的迫切要求，本书在编者 20 世纪七八十年代为本企业和当地焊工培训而编写的《焊工》、《焊接技术讲义》等材料的基础上，吸取众多焊接技术书籍的精华，加上近 20 年来自己在学习和应用焊接新技术和新工艺中的一些积累，按照系统全面、由浅入深的原则，以问答这种通俗易懂的形式，对焊接工艺的基本问题作了较明确的表述，对焊接技术工作者、焊工技师编制焊接工艺，对焊工理解和执行焊接工艺、保证和提高焊接质量有一定的帮助。本书可供初、中、高级焊工有选择地使用，也可作为焊工考试的参考题库。

由于个人阅历和工作所涉及范围的限制，书中不当之处在所难免，敬请各位焊接界同仁予以批评指正。本书编写时得到哈尔滨工业大学吴林教授等的指导和帮助，在此表示衷心的感谢。

王大志

目 录

前言

| | |
|---|----|
| 第一章 焊接 | 1 |
| 1. 什么是焊接技术? | 1 |
| 2. 什么是焊接? 焊接的任务是什么? | 1 |
| 3. 焊接在机械制造和维修中有什么重要作用? | 1 |
| 4. 焊接是如何分类的? | 1 |
| 5. 什么是熔焊? | 2 |
| 6. 什么是压焊? | 2 |
| 7. 什么是钎焊? | 3 |
| 8. 焊接解决的主要问题是什么? | 3 |
| 9. 为保证焊接质量, 焊接过程中要考虑的问题有哪些? | 4 |
| 10. 焊接与金属材料有什么关系? | 4 |
| 11. 焊接与冶金有什么关系? | 6 |
| 12. 焊接与热处理有什么关系? | 6 |
| 13. 焊接与电及电子的关系是什么? | 7 |
| 14. 焊接与力学的关系是什么? | 7 |
| 15. 焊接与气体有什么关系? | 8 |
| 16. 焊接与铸造、锻造加工方法有什么关系? | 8 |
| 17. 焊接与机械切削加工有什么关系? | 8 |
| 18. 焊接与安全及劳动卫生有什么关系? | 9 |
| 19. 焊工作为特种作业人员有何管理要求? | 10 |
| 20. 焊接与工艺装备有什么关系? | 10 |
| 21. 焊接环境对焊缝质量和人身健康有什么影响? | 10 |
| 第二章 金属材料 | 11 |
| 22. 什么是金属材料? 焊工和焊接技术人员为什么要了解金属材料? | 11 |
| 23. 金属学研究什么? 它与焊接有什么关系? | 11 |
| 24. 金属内部的构造是什么样的? | 11 |
| 25. 什么是同素异构现象? 为什么不同温度下钢铁有不同的组织? | 11 |
| 26. 金属的热胀冷缩是怎么回事? | 12 |
| 27. 什么是晶粒度? 晶粒的大小对金属材料的强度有什么影响? | 12 |
| 28. 什么是合金? | 13 |
| 29. 什么是固溶体? 什么是化合物? | 13 |
| 30. 什么是混合物和机械混合物? | 13 |

| | |
|--|----|
| 31. 什么是铁碳相图? | 14 |
| 32. 说明铁碳相图中各主要点线的意义? | 14 |
| 33. 铁碳相图中各区域的组织是怎样分布的? | 15 |
| 34. 举例说明不同含碳量的钢自室温加热至熔化, 再从液体缓冷到室温的组织变化。 | 15 |
| 35. 掌握铁碳相图对焊接工作者有什么意义? | 16 |
| 36. 钢、铁是如何区分和分类的? | 16 |
| 37. 什么是合金的相? | 16 |
| 38. 钢在固态下的金相组织有哪些? | 16 |
| 39. 金属材料的性能包括哪些主要方面? | 17 |
| 40. 低碳钢的拉伸试验和拉伸曲线是怎样的? | 17 |
| 41. 什么是金属材料的力学性能? 它包括哪些指标? | 18 |
| 42. 什么是强度? 它包括哪些项目? 各有什么意义? | 18 |
| 43. 什么是塑性? 它包括哪些项目? 各有什么意义? | 19 |
| 44. 什么是冷弯试验和冷弯角? | 20 |
| 45. 什么是冲击韧度及其表示方法? | 20 |
| 46. 什么是硬度? | 20 |
| 47. 什么是材料的疲劳强度? | 21 |
| 48. 什么是工作应力、危险应力和许用应力? | 21 |
| 49. 金属材料分为哪两大类? | 21 |
| 50. 钢是怎样分类的? | 21 |
| 51. 举例说明什么是碳素结构钢? 新老牌号有什么对应关系? | 21 |
| 52. 什么是共析? 什么是共析钢、亚共析钢和过共析钢? | 22 |
| 53. 什么是优质碳素结构钢? | 22 |
| 54. 什么是低合金钢? | 23 |
| 55. 什么是合金结构钢? 举例说明它们的用途。 | 24 |
| 56. 什么是不锈钢? 它是怎样分类的? | 25 |
| 57. 奥氏体不锈钢、铁素体不锈钢和马氏体不锈钢分别有什么特点? | 26 |
| 58. 举例说明什么是耐热不锈钢? | 26 |
| 59. 什么是工具钢? | 27 |
| 60. 什么是低温钢? 举例加以说明。 | 28 |
| 61. 什么是专用钢? 举例加以说明。 | 28 |
| 62. 什么是铸钢? 它是怎样命名的? | 28 |
| 63. 什么是铸铁? 它是如何分类的? | 29 |
| 64. 灰铸铁有哪些主要特点和用途? | 29 |
| 65. 球墨铸铁有哪些主要特点和用途? | 29 |
| 66. 可锻铸铁有哪些主要特点和用途? | 29 |
| 67. 什么是耐热铸铁? 它有哪些用途? | 30 |
| 68. 为什么不锈钢和铸铁不能用普通火焰进行切割? | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 69. 铬镍等合金元素在钢中起什么作用? | 30 |
| 70. 什么是稀土金属? 它在金属材料中有什么作用? | 31 |
| 71. 硫磷杂质在钢中有什么危害? | 31 |
| 72. 什么是钢的淬透性? | 32 |
| 73. 什么是回火抗力? | 32 |
| 74. 分别说明什么叫钢的退火、正火、淬火、回火和调质处理, 以及这些热处理方法有什么作用? | 32 |
| 75. 常用的热处理方法与焊接有什么关系? | 33 |
| 76. 常见的有色金属有哪些种类? | 33 |
| 77. 铜及铜合金有什么特点? | 33 |
| 78. 铝及铝合金有什么特点? | 33 |
| 79. 钛及钛合金有什么特点? | 34 |
| 第三章 焊接相关电工学基本知识 | 35 |
| 80. 电荷分为哪两种? 什么是电荷守恒定律? | 35 |
| 81. 什么是电场? 什么是电场强度? 什么是匀强电场? | 35 |
| 82. 什么是电位差? 什么是电压? | 35 |
| 83. 电位和电压常用的单位有哪几个? 关系如何? 伏特的单位是怎样确定的? | 35 |
| 84. 什么是导体的电阻? 什么是电阻率? 为什么焊接电缆要用纯铜材料制作? | 35 |
| 85. 什么是电流? 什么是电流强度? 电流如何度量? 电流的方向是如何规定的? | 36 |
| 86. 什么是电路? 什么是欧姆定律? 什么是全电路欧姆定律? | 36 |
| 87. 什么是通路(闭合电路)? 什么是断路? 什么是短路? 短路的危害是什么? | 37 |
| 88. 什么是电阻串联电路? 举例计算串联电路的电流和各端电压。 | 37 |
| 89. 什么是(电阻)并联电路? 举例计算并联电路各分路的电流。 | 37 |
| 90. 什么是电流的热效应? 它有哪些有利因素和不利影响? | 38 |
| 91. 什么是电能? 电能应如何计算? 其单位是什么? | 38 |
| 92. 什么是电功率? 它与电流、电压、电阻是什么关系? | 39 |
| 93. 什么是电流的磁效应? 如何判定电流产生的磁场的方向? | 39 |
| 94. 磁场对电流有什么作用? 电磁感应是怎么回事? | 39 |
| 95. 什么是正弦交流电? 什么是三相交流电? | 40 |
| 96. 什么是电路负载? | 41 |
| 97. 什么是供电的三相四线制? 火线和地线是怎么回事? | 41 |
| 98. 什么是相电压? 什么是线电压? | 42 |
| 99. 什么是感抗? 什么是电抗? | 42 |
| 100. 什么是绝缘? 什么是绝缘体? | 42 |
| 101. 什么是负载的额定值? 电气线路上为什么要设熔断器(熔丝)? | 42 |
| 102. 变压器的作用是什么? 变压器的构造和基本原理是怎样的? | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 103. 什么是三相异步电动机? 有何优点? 其定子绕组的构造和功用是什么? | 43 |
| 104. 什么是整流? 什么是整流电路? | 44 |
| 105. 怎样正确使用电流表和电压表? | 44 |
| 106. 举例说明什么是电气控制? | 46 |
| 第四章 焊接电弧与焊接冶金 | 47 |
| 107. 什么是电弧? 它是怎样形成的? | 47 |
| 108. 电弧焊是怎样发展起来的? 为什么要了解焊接电弧? | 47 |
| 109. 电弧有哪些特点? 焊接需要什么样的电弧? | 48 |
| 110. 什么是焊接电弧? 它有什么特点? | 48 |
| 111. 焊接电弧的温度分布情况是怎样的? | 49 |
| 112. 影响电离的因素有哪些? | 49 |
| 113. 焊接电弧是怎样被引燃的? | 50 |
| 114. 焊接电弧能够被引燃并稳定燃烧的必要条件是什么? | 50 |
| 115. 造成电弧不稳定的非人员因素有哪些? | 51 |
| 116. 什么是焊接电弧的偏吹? 造成电弧偏吹的原因有哪些? | 51 |
| 117. 怎样减小或防止焊接电弧的偏吹? | 53 |
| 118. 什么是电弧焊的熔滴、熔滴过渡? 熔滴向熔池过渡有哪几种形式? | 54 |
| 119. 熔滴过渡的作用力有哪几种? | 54 |
| 120. 熔滴过渡时的电磁力是怎样形成的? 它有什么作用? | 55 |
| 121. 什么是极点压力? | 56 |
| 122. 焊条电弧焊时焊条药皮的“套筒作用”是怎么回事? | 56 |
| 123. 电弧焊熔滴过渡的形式有哪几种? 喷射过渡是怎么回事? | 57 |
| 124. 焊条电弧焊时焊条药皮的熔化与过渡有什么特点? | 58 |
| 125. 什么是焊接熔池? 影响其形状和尺寸的因素有哪些? | 58 |
| 126. 熔池中液态金属流动有什么特点? 对焊缝质量有什么影响? | 59 |
| 127. 什么是焊接冶金? 它有什么特点? | 59 |
| 128. 焊接冶金分为哪几个区域? 各有什么特点? | 60 |
| 129. 焊接区的气体来自哪里? 气体的主要成分是什么? | 60 |
| 130. 氧对焊缝质量有什么影响? | 61 |
| 131. 为什么说氢是焊缝中最有害的元素? | 62 |
| 132. 氮对焊缝金属的作用是怎样的? | 63 |
| 133. 焊接时焊缝金属为什么要脱氧? 焊条电弧焊时脱氧途径有哪几条? | 63 |
| 134. 阐述酸性焊条和碱性焊条的脱氧机理。 | 63 |
| 135. 焊条电弧焊时脱硫的方法有哪几种? | 65 |
| 136. 控制焊缝金属的磷含量主要依靠什么方法? | 66 |
| 137. 为什么要向焊缝金属渗合金? 焊条电弧焊时怎样渗合金? | 67 |
| 138. 什么是合金元素过渡系数? 制造和使用焊条时如何保证过渡效率? | 67 |

| | |
|--|-----|
| 第五章 焊接材料 | 69 |
| 139. 什么是焊接材料? 它包括哪些物质? | 69 |
| 140. 什么是焊条? 其作用是什么? | 69 |
| 141. 简述焊条的组成。 | 69 |
| 142. 什么是焊芯? | 69 |
| 143. 举例说明焊接用焊丝的牌号和主要化学成分。 | 70 |
| 144. 焊条药皮的作用主要有哪些? | 71 |
| 145. 焊条药皮由哪些物质组成? | 72 |
| 146. 焊条药皮分为哪几类? | 73 |
| 147. 按用途对焊条是怎样分类的? | 75 |
| 148. 什么是酸性焊条和碱性焊条? 它们的性能有什么区别? | 75 |
| 149. 焊条型号、牌号是如何划分的? | 76 |
| 150. 常用焊条的牌号和型号是怎样对应的? 部分国产焊条牌号、型号及其主要用途有 哪些? | 78 |
| 151. 焊条的选用原则是什么? | 87 |
| 152. 如何简易检验焊条质量的优劣和焊条药皮是否受潮? | 88 |
| 153. 焊条使用前为什么要进行烘干? 如何烘干? | 89 |
| 154. 重要构件焊缝所用焊条烘干后, 为什么还要放置在保温筒内随取随用? | 89 |
| 155. 焊条的制造过程和工艺流程是怎样的? | 90 |
| 156. 二氧化碳气体保护焊焊丝是如何编制型号的? | 91 |
| 157. 药芯焊丝有什么优点? | 91 |
| 158. 焊剂的主要作用是什么? 选用焊剂有哪些要求? | 93 |
| 159. 焊剂是怎样分类的? 焊剂的牌号是如何编制的? | 93 |
| 160. 什么是钎料? 钎料的牌号是如何编制的? | 94 |
| 161. 钎剂在钎焊中起何作用? | 95 |
| 第六章 焊接接头 | 99 |
| 162. 什么是焊接接头? 它与其他连接方式相比有什么特点? | 99 |
| 163. 焊缝的结晶过程是怎样的? 什么是焊缝金属的一次结晶? | 99 |
| 164. 什么是焊缝结晶中的偏析现象? | 100 |
| 165. 什么是焊缝金属的二次结晶? | 101 |
| 166. 什么是焊接热循环? 焊接热循环的主要参数和影响因素有哪些? | 102 |
| 167. 低碳钢和低合金钢焊接热影响区的组织和性能是怎样的? | 102 |
| 168. 易淬火钢的焊接热影响区有什么特点? 如何保证此类钢焊接接头的性能? | 104 |
| 169. 焊接接头是如何分类的? | 104 |
| 170. 分别说明什么是对接接头、角接接头、T形接头和搭接接头? | 104 |
| 171. 设计和选择焊接接头应考虑哪些因素? | 106 |
| 172. 什么是坡口? 为什么要开焊接坡口? | 106 |
| 173. 选择坡口形式的原则有哪些? | 106 |

| | |
|--|------------|
| 174. 焊接坡口各部位的名称。 | 107 |
| 175. 怎样看焊接构件图? | 107 |
| 第七章 焊接应力与变形 | 108 |
| 176. 为什么要了解焊接应力与变形? | 108 |
| 177. 什么是应力和内应力? | 109 |
| 178. 什么是变形? 什么是塑性变形? | 110 |
| 179. 焊接热过程对焊接应力和变形有什么影响? | 110 |
| 180. 金属均匀加热时是怎样引起应力与变形的? 不均匀加热时会出现何种情况? | 111 |
| 181. 为什么说只要温升超过 100℃, 低碳钢就会产生塑性变形? | 115 |
| 182. 焊接变形产生的原因是什么? | 115 |
| 183. 焊接变形分为哪几类? 影响焊接变形的因素有哪些? | 115 |
| 184. 影响焊接残余变形的因素有哪些? | 118 |
| 185. 焊接过程中如何减小和控制焊接残余变形? | 120 |
| 186. 焊缝横向收缩有哪些特点? 怎样估算焊缝收缩量? | 121 |
| 187. 焊接过程中存在哪几种应力? | 121 |
| 188. 焊接残余应力在低碳钢板对接焊缝中是怎样分布的? | 122 |
| 189. 焊接应力对结构有什么影响? | 123 |
| 190. 如何减小焊接应力? | 123 |
| 191. 矫正焊接变形有哪些方法? | 125 |
| 192. 火焰矫正应注意什么? | 126 |
| 193. 消除焊接残余应力的方法有哪些? | 126 |
| 第八章 焊接方法 | 128 |
| 194. 什么是焊接方法? | 128 |
| 195. 什么是埋弧焊? 它有什么特点? | 128 |
| 196. 埋弧焊焊缝的形成过程和冶金特点是怎样的? | 129 |
| 197. 什么是气体保护电弧焊? 其原理是什么? | 130 |
| 198. 气体保护电弧焊有哪些特点? | 131 |
| 199. 保护气体有哪几种? 它们分别用于什么情况? | 131 |
| 200. 气体保护电弧焊是怎样分类的? | 132 |
| 201. CO ₂ 气体保护焊的操作过程是怎样的? 它有哪些特点? | 132 |
| 202. CO ₂ 气体保护焊的冶金特点是怎样的? | 134 |
| 203. CO ₂ 气体保护的熔滴过渡有哪几种形式? | 136 |
| 204. CO ₂ 气体保护焊产生飞溅的原因有哪些? 如何防止和减小飞溅? | 137 |
| 205. 特种 CO ₂ 气体保护焊有哪几种? | 138 |
| 206. 什么是氩弧焊? | 139 |
| 207. 钨极氩弧焊的焊接过程是怎样进行的? | 139 |
| 208. 氩弧有什么特点? 氩弧焊具有哪些优点? | 139 |
| 209. 氩弧焊是怎样分类的? 钨极和熔化极氩弧焊分别适用于什么构件的焊接? | 140 |

| | |
|--|------------|
| 210. 什么是电弧堆焊? 它的主要用途是什么? | 140 |
| 211. 什么是等离子体? | 141 |
| 212. 等离子电弧是怎样产生的? 它有哪些特点? | 141 |
| 213. 等离子弧是如何分类的? | 142 |
| 214. 什么是等离子弧切割? | 143 |
| 215. 什么是空气等离子弧切割? 它适用于哪些材料的切割? | 143 |
| 216. 什么是等离子体的双弧现象? 如何避免等离子双弧现象的危害? | 144 |
| 217. 什么是等离子弧焊接? 它是如何分类的? | 144 |
| 218. 什么是等离子弧喷涂和等离子弧喷焊? | 145 |
| 219. 什么是电阻焊及其分类? | 145 |
| 220. 电阻焊的电极通常采用哪几种材料? | 146 |
| 221. 电阻焊的主要参数有哪些? | 146 |
| 222. 什么是电渣焊? | 147 |
| 223. 什么是真空电子束焊? | 147 |
| 224. 什么是激光焊? | 147 |
| 225. 什么是摩擦焊? | 147 |
| 226. 什么是超声波焊? | 148 |
| 227. 什么是爆炸焊? | 148 |
| 228. 什么是钎焊? 常用的钎焊方法有哪几种及其应用在什么地方? | 148 |
| 229. 如何选用钎料? | 148 |
| 230. 钎剂的主要作用有哪些? | 149 |
| 231. 钎焊一般包括哪几个过程? | 149 |
| 第九章 焊条电弧焊操作技术 | 151 |
| 232. 为什么要熟练掌握焊条电弧焊接操作技术? | 151 |
| 233. 焊条电弧焊时如何引弧? | 151 |
| 234. 焊条电弧焊的运条有哪几个基本动作? 运条有哪几种基本形式? | 151 |
| 235. 焊条电弧焊如何息弧? | 153 |
| 236. 焊接位置有哪几种? 各位置焊接操作的共同要点是什么? | 153 |
| 237. 立焊操作的特点和要点是什么? | 154 |
| 238. 横焊操作的特点和要点是什么? | 154 |
| 239. 仰焊操作的特点和要点是什么? | 154 |
| 240. 什么是单面焊双面成形操作技术? | 155 |
| 241. 单面焊双面成形操作技术关键和要领是什么? | 155 |
| 242. 断弧焊单面焊双面成形操作技术关键和要领是什么? | 155 |
| 243. 连弧焊单面焊双面成形操作技术关键和要领是什么? | 156 |
| 244. 氩弧焊打底是怎么回事? | 158 |
| 245. 板状对接平焊试件的单面焊双面成形焊接操作技术的要点是什么? | 158 |
| 246. 板状对接立焊试件的单面焊双面成形焊接操作技术的要点是什么? | 158 |

| | |
|--|------------|
| 247. 板状对接横焊试件氩弧焊打底单面焊双面成形焊接操作技术的要点是什么? | 158 |
| 248. 板状对接仰焊试件的单面焊双面成形焊接操作技术的要点是什么? | 159 |
| 249. 管对接垂直固定单面焊双面成形的操作要点是什么? | 159 |
| 250. 管对接水平固定单面焊双面成形的操作要点是什么? | 160 |
| 251. 骑座式管-板焊接 T形接头平位和仰位单面焊双面成形焊接操作要点是什么? | 161 |
| 第十章 焊接技术装备 | 162 |
| 252. 焊接技术装备包括哪些方面? | 162 |
| 253. 什么是电弧焊电源? | 162 |
| 254. 电弧焊电源外特性有哪几种? 各有何具体要求? | 162 |
| 255. 对电弧焊电源动态特性有什么要求? 影响其动态特性的因素有哪些? | 164 |
| 256. 对电弧焊电源空载电压有什么要求? | 165 |
| 257. 对电弧焊电源电流调节特性有什么要求? | 165 |
| 258. 什么是电弧焊电源的负载持续率? | 165 |
| 259. 焊条电弧焊电源总体分为哪两大类? | 165 |
| 260. 什么是交流电焊机及其主要的工作原理? | 165 |
| 261. 交流电焊机是如何命名的? | 166 |
| 262. 什么是直流逆变焊接电源及其特点? | 166 |
| 263. 直流弧焊机有什么特点? 常用的直流焊机有哪几种? | 166 |
| 264. 什么是正接极和反接极? 各有什么特点? | 167 |
| 265. 常见的埋弧焊机有哪两种? 它们是怎样工作的? | 167 |
| 266. CO ₂ 气体保护焊机有哪几部分组成? | 168 |
| 267. PANA - KR 系列 CO ₂ 气体保护焊机有什么特点? | 169 |
| 268. DYNA AUTO XⅢ系列 CO ₂ 气体保护焊机有什么特点? | 169 |
| 269. 逆变式 CO ₂ 气体保护焊机有什么特点? | 169 |
| 270. 手工钨极氩弧焊设备由哪几大部分组成? 国产手工钨极氩弧焊机型号简介。 | 170 |
| 271. 什么是方波交流氩弧焊机? 它有哪些特点? | 171 |
| 272. 焊接辅助设备包括哪些? | 172 |
| 273. 什么是焊接操作机? | 172 |
| 274. 什么是焊接滚轮架? 它的用途是什么? | 172 |
| 275. 什么是焊接变位机? | 173 |
| 276. 焊接坡口加工有哪些方式? 坡口加工机有哪些形式? | 173 |
| 277. 焊前预热主要有哪几种方法? | 173 |
| 278. 焊后保温缓冷有哪些主要方法? | 173 |
| 279. 消氢处理和焊后热处理可使用哪些设备和设施? | 173 |
| 280. 振动时效消除焊接应力装置的原理是什么? 它有什么优点? | 173 |
| 281. 什么是焊接机器人? | 174 |
| 282. 焊缝力学性能检测要用到哪些设备? | 174 |
| 283. 焊缝无损检测要用到哪些设备和仪器? | 174 |

| | |
|--|------------|
| 284. 什么是焊缝在线检测? | 174 |
| 第十一章 焊接工艺 | 175 |
| 285. 什么是工艺? 什么是焊接工艺? | 175 |
| 286. 焊接工艺与焊接技术是什么关系? | 175 |
| 287. 焊接工艺包括哪些内容? | 175 |
| 288. 什么是通用焊接工艺守则? 什么是专业焊接工艺守则? | 175 |
| 289. 什么是焊接产品工艺方案(或焊接产品工艺设计)? | 176 |
| 290. 具体焊缝的焊接工艺规程的内容和表达形式是怎样的? | 177 |
| 291. 什么是焊接工艺卡? | 177 |
| 292. 熔焊的焊接参数有哪些? | 177 |
| 293. 焊材材质与规格的选择有些什么原则? | 177 |
| 294. 确定坡口形式及尺寸有些什么原则? | 178 |
| 295. 如何确定焊接层数? | 179 |
| 296. 什么是预热及层间温度控制? | 179 |
| 297. 如何确定焊接电流? | 180 |
| 298. 如何确定焊接电弧电压? | 180 |
| 299. 如何确定焊接速度? | 181 |
| 300. 如何优化选择焊接参数? | 181 |
| 301. 什么是焊接热输入? | 182 |
| 302. 什么是大规范焊接和小规范焊接? 各有什么利弊? | 182 |
| 303. 什么是窄间隙焊接? 窄间隙大能率焊接有什么好处? | 182 |
| 304. 为什么有些材料焊接时要采取保温缓冷措施? | 183 |
| 305. $t_{8/5}$ ($t_{8/3}$) 温度范围的冷却速度对低合金高强度钢焊接接头质量有什么影响? | 183 |
| 306. CO_2 气体保护焊保护效果不好的原因有哪些? | 183 |
| 307. CO_2 气体保护焊为什么多采取不摆动直线焊接? | 183 |
| 308. 什么是金属的焊接性? | 183 |
| 309. 什么是焊接性试验? | 184 |
| 310. 什么是碳当量? 举例说明它有什么意义? | 184 |
| 311. 什么是根部裂纹敏感性评定法? | 184 |
| 312. 焊接性的直接试验方法分为哪两类? | 185 |
| 313. 斜 y 形坡口焊接裂纹试验方法是怎样进行的? | 185 |
| 314. 冷裂纹的外拘束试验有哪些方法? | 186 |
| 315. 什么是焊接工艺评定? 焊接工艺评定是按怎样的标准进行的? | 186 |
| 316. 焊接产品生产企业的焊接实验室的主要任务是什么? | 187 |
| 317. 焊接工艺评定如何进行? | 187 |
| 318. 什么是焊接工艺试验? | 187 |
| 319. 用低碳钢、普通低合金钢板件制作大型焊接构件怎样进行焊接工艺试验? | 188 |
| 320. 组对质量对焊接过程和焊缝质量有什么重要影响? | 189 |

| | |
|--|-----|
| 321. 组对及定位焊有哪些质量要求? | 189 |
| 322. 焊接工装夹具具有什么特点? | 189 |
| 323. 焊接工装夹具分为哪几类? 对焊接工装夹具有什么要求? | 190 |
| 324. 什么是定位组元? | 190 |
| 325. 焊接对夹具本体有什么要求? | 190 |
| 326. 夹紧机构有哪几种? 分别适用于什么情况? | 191 |
| 327. 什么是组合夹具? 什么是专用夹具? | 191 |
| 328. 焊接前为什么要对待焊处及两侧进行认真的清理? | 191 |
| 329. 低碳钢的焊接工艺要点是什么? | 191 |
| 330. 中碳钢的焊接工艺要点是什么? | 192 |
| 331. 低合金钢的焊接工艺要点是什么? 并举例加以说明。 | 192 |
| 332. 低合金珠光体耐热钢焊接的特点是什么? | 193 |
| 333. 不锈钢耐热钢的焊接特点及工艺要点有哪些? | 194 |
| 334. 铬镍奥氏体不锈钢的焊接工艺要点有哪些? 为什么要严格控制焊材的含碳量? | 194 |
| 335. 举例说明复合钢板构件的焊接工艺要点。 | 195 |
| 336. 举例说明异种钢的焊接工艺要点。 | 195 |
| 337. 铜及铜合金焊接的特点和工艺要点有哪些? | 196 |
| 338. 铝及铝合金的焊接特点和工艺要点有哪些? | 197 |
| 339. 钛及钛合金的焊接采用什么焊接方法? 其焊接工艺要点有哪些? | 198 |
| 340. 铸铁焊接有什么特点? 冷焊修复灰铸铁件的工艺要点是什么? | 198 |
| 341. 焊接工艺规程的设计和编制有什么要求? | 199 |
| 342. 为什么要研究和推广先进的焊接修复和强化处理方法? | 200 |
| 343. 在焊接技术和焊接工艺方面, 应开展哪些方面的创新工作? | 202 |
| 344. 压力容器制造的工艺分析、工艺过程和焊接工艺规程内容(工艺实例1)。 | 202 |
| 345. 板料大长型复杂焊接构件的工艺分析和焊接工艺规程制定(工艺实例2)。 | 204 |
| 346. 桥式起重机箱形大梁制作工艺要点(工艺实例3)。 | 205 |
| 347. 内水冷法焊接修复加固液压缸缸套(工艺实例4)。 | 206 |
| 348. 综采放顶煤液压支架底座开裂的修复与加固改造(工艺实例5)。 | 208 |
| 349. 大功率刮板输送机铸焊结构整体中部溜槽制造的工艺规程(工艺实例6)。 | 210 |
| 350. 涡轮喷气发动机燃烧室大机匣缝焊自动化(工装)方案(工艺实例7)。 | 212 |
| 第十二章 焊缝缺陷与焊接质量检验 | 214 |
| 351. 焊接质量检验的目的是什么? | 214 |
| 352. 焊缝缺陷分为哪几类? | 214 |
| 353. 常见焊缝缺陷的表现形式、危害及处理原则是怎样的? | 214 |
| 354. 造成焊缝缺陷的原因及防止措施是怎样的? | 215 |
| 355. 造成焊缝裂纹的原因有哪些? 如何防止焊接裂纹? | 216 |
| 356. 焊缝质量检验分为哪几类? | 217 |
| 357. 焊缝外观质量检验包括哪些内容? | 217 |

| | |
|--|------------|
| 358. 什么是焊缝无损检测? 常用的无损检测有哪几种? | 217 |
| 359. X 射线检测将焊缝质量分为哪几级? 合格焊缝级别是怎样规定的? | 217 |
| 360. 焊接容器的密封性试验有哪几种? | 217 |
| 361. 煤油渗漏检验和氨气检查如何进行? | 218 |
| 362. 焊接容器的水压试验如何进行? | 218 |
| 363. 焊接容器的气压试验应注意什么? | 218 |
| 364. 锅炉压力容器产品如何检验焊接试板? | 219 |
| 365. 焊缝含氢量检测的目的是什么? 如何检测? | 219 |
| 366. 什么是产品焊接过程中的“停止点”? | 220 |
| 第十三章 焊接与气割安全技术 | 221 |
| 367. 什么是气割? | 221 |
| 368. 乙炔气有什么样的性质? | 221 |
| 369. 存放电石和乙炔气瓶有何要求? | 221 |
| 370. 液化石油气有什么特点? | 222 |
| 371. 氧气有哪些性质? | 222 |
| 372. 气瓶分为哪几大类? 分别说出它们的原理和承压要求。 | 222 |
| 373. 气瓶发生火灾及爆炸的原因有哪些? | 223 |
| 374. 氧气瓶有哪些安全使用要求? | 224 |
| 375. 溶解乙炔气瓶有哪些安全使用要求? | 224 |
| 376. 液化气瓶有哪些安全使用要求? | 225 |
| 377. 承压气瓶为什么要进行定期检验? 定期检验如何进行? | 225 |
| 378. 氧气乙炔减压器(包括氧气表、乙炔表)的安全使用要求是什么? | 225 |
| 379. 什么是燃烧? 燃烧的三个条件是什么? | 226 |
| 380. 焊接过程中遇到失火时, 应采取什么措施灭火? | 226 |
| 381. 什么是爆炸? 什么是物理性爆炸和化学性爆炸? | 226 |
| 382. 什么是爆炸极限? 常用气焊气割气体的爆炸极限分别是多少? | 227 |
| 383. 射吸式焊割炬的原理是什么? | 227 |
| 384. 如何对焊割炬进行射吸性能的检查? | 227 |
| 385. 什么是回火? 焊割作业时发生回火的原因是什么? 操作时应注意什么? | 227 |
| 386. 发生回火时应如何处理? | 228 |
| 387. 回火防止器有什么作用? 干式回火防止器的工作原理是什么? | 228 |
| 388. 氧气和乙炔胶管的安全使用有何要求? | 229 |
| 389. 氧乙炔焊割作业场地有何要求? | 229 |
| 390. 什么是感知电流和安全电流? 人体的电阻一般参照多少取值? | 229 |
| 391. 什么是安全电压? | 230 |
| 392. 各种环境条件下触电的危险性是怎样分类的? | 230 |
| 393. 发生焊接触电的原因有哪些? | 231 |
| 394. 预防焊接触电的安全措施有哪些? | 231 |

| | |
|---|-----|
| 395. 电焊机外壳为什么要接地? 电焊机接地有什么要求? | 232 |
| 396. 电焊机的绝缘电阻是如何规定的? | 232 |
| 397. 什么是跨步电压? 什么是跨步电压触电? | 232 |
| 398. 发现有人触电后如何处理和急救? | 232 |
| 399. 焊割作业“十不烧”的内容是什么? | 233 |
| 400. 电焊作业中会受到哪些有害因素的危害? | 233 |
| 401. 电焊时产生的有害气体主要有哪几种? | 233 |
| 402. 什么是锰中毒? 如何避免? | 234 |
| 403. CO 气对人体有什么危害? 如何避免 CO 中毒? | 234 |
| 404. 气体保护电弧焊与焊条电弧焊相比有哪些安全特点? | 234 |
| 405. 燃料容器补焊发生爆炸火灾的原因是什么? | 234 |
| 406. 什么是置换动火补焊? 置换动火补焊燃料容器要采取哪些安全措施? | 235 |
| 407. 燃料容器带压不置换动火补焊的安全要求有哪些? | 236 |
| 408. 焊条电弧焊有哪些安全要求? | 238 |
| 409. 气焊、气割操作应注意哪些安全事项? | 240 |
| 410. 在容器内部焊接时应采取什么安全措施? | 241 |
| 411. 钨极氩弧焊有哪些安全要求? | 242 |
| 412. 熔化极气体保护电弧焊有哪些安全要求? | 242 |
| 413. 等离子弧焊与切割有哪些安全要求? | 243 |
| 414. 埋弧焊有哪些安全要求? | 244 |
| 415. 工作环境中有毒气体和蒸气对人的影响如何? 它们的浓度最大允许值是怎样规定的? | 244 |
| 416. 对焊接时产生的有毒有害气体、蒸气及粉尘的防护措施有哪些? | 245 |
| 第十四章 焊工培训、资格认定与焊工职责 | 248 |
| 417. 焊工考试大体上分为哪几种? | 248 |
| 418. 企业针对具体焊缝焊接施工资格的培训考试一般怎样进行? | 248 |
| 419. 焊工的职责是什么? | 248 |
| 420. 焊工技师的职责是什么? | 249 |
| 421. 我国焊接技术与焊接工艺的现状大体是怎样的? | 249 |
| 422. 近年来焊接技术和焊接工艺创新与发展面临的机遇与挑战重点领域有哪些? | 251 |
| 附录 名词解释 | 252 |
| 参考文献 | 256 |